

RESPUESTA DE LA YUCA (Manihot esculenta Crantz) A DOS
NIVELES DE FERTILIZANTES CON N, P. y K EN LA GRANJA
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA.

Por :

JORGE LOPEZ COGOLLO

JORGE CHACIN DELUQUE

Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar
al título de :

INGENIERO AGRONOMO

Presidente de Tesis :

MANUEL GRANADOS NUÑEZ, I.A. M.S.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

SANTA MARTA

1976

Teo. 174 - Agro

L66n

IA 00115

II

DONACION

"El Presidente de Tesis y el Consejo
Examinador, de grado no serán res -
ponsables de las ideas emitidas por
los candidatos" .

DEDICO :

Especialmente a mi Madre, por su gran
sacrificio.

A la memoria de mi Padre

A mis hermanos

A mis abuelos

A mis familiares

A mis amigos.

JORGE LOPEZ

DEDICO :

A mis Padres

A mis hermanos

A mi Esposa

A mis hijos

A mis familiares

A mis amigos

JORGE CHACIN

AGRADECIMIENTOS

Los Autores expresan sus más sinceros agradecimientos a las siguientes personas :

Al doctor Manuel Granados Núñez, I.A. M.S., como Presidente de Tesis, por su asesoramiento, dirección y dedicación en nuestra formación profesional.

A la Universidad Tecnológica del Magdalena y a sus profesores, por sus enseñanzas y valiosos consejos.

Al señor Luis E. Elías, por sus numerosas colaboraciones y apoyo para llevar adelante esta investigación.

Además, a todas aquellas personas que en una u otra forma colaboraron con el feliz término del presente ensayo.

Los Autores

CONTENIDO

CAPITULO		PAGINA
I	INTRODUCCION	1
II	REVISION DE LITERATURA	3
	2.1. Factores Ecológicos	9
	2.1.1. Suelos	9
	2.1.2. pH	10
III	MATERIALES Y METODOS	11
	3.1. Descripción del área	11
	3.1.1. Localización del ensayo	11
	3.1.2. Factores ambientales del área.	11
	3.1.3. Propiedades fisico-químicas del suelo.	11
	3.2. Desarrollo del estudio	12
	3.3. Labores realizadas	14
IV	RESULTADOS	18
V	DISCUSION	22
VI	CONCLUSIONES	32
VII	RESUMEN	34
	SUMMARY	36
VIII	BIBLIOGRAFIA	38
	APENDICE	42

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

	Página
Fig. 1. Aspectos Generales del cultivo	20
Fig. 2. Muestra las raíces de una planta de yuca que se le aplicó el tratamiento NPK:100: 60:80.	21
Fig. 3. Muestra las raíces de una planta de yuca que se le aplicó el tratamiento NPK:50: 120:80	22
Fig. 4. Muestra las raíces de una planta de yuca que se le aplicó el tratamiento NPK:50:60: 160.	23
Fig. 5. Muestra las raíces de una planta de yuca que se le aplicó el tratamiento NPK:100: 120:80	24
Fig. 6. Muestra las raíces de una planta de yuca que se le aplicó el tratamiento NPK:50:120: 160.	25
Fig. 7. Muestra las raíces de una planta de yuca que se le aplicó el tratamiento NPK:100: 60:160.	26

Fig. 8.	Muestra las raíces de una planta de yuca que se le aplicó el tratamiento NPK:100:120:160.	27
Tabla 1.	Rendimiento del experimento expresado en Kg por parcelas de acuerdo a las aplicaciones de fertilizantes.	43
Tabla 2.	Sumatoria de los tratamientos y promedio de cada uno de ellos.	44
Tabla 3.	Análisis de varianza.	45

I. INTRODUCCION

El cultivo de la yuca (Manihot esculenta Crantz), es de gran importancia en Colombia, pues se trata de un producto de consumo en todos los estratos sociales del país, aunque está más generalizado dentro de las clases de bajos recursos económicos.

Se encuentra localizado tradicionalmente en las áreas de minifundio y latifundio, viene tomando cada día mayor auge debido a su gran potencialidad en la alimentación humana, animal y en la industria.

En Colombia se encuentra diseminado en pequeñas parcelas, algunas veces intercalado con otros productos y se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2.000 metros de altura.

La fertilización de la yuca ha sido muy escasa, sin embargo puede decirse que en general se cultiva en dos clases de suelos según la topografía del terreno, los inclinados y los planos. Los primeros se encuentran localizados en las faldas de las cordilleras y por lo general son de baja fertilidad. Los segundos por lo general se encuentran a lo largo de los ríos y en las mesetas de las cordilleras y son realmente de alta fertilidad.

Tarazona, Marín y León (22), efectuaron en varias áreas de Colombia 23 demostraciones de fertilización en yuca y concluyeron que en la investigación actual del país, no permite orientar adecuadamente al agricultor al uso correcto de fertilizantes, por lo tanto, es necesario estructurar un plan de investigación de fertilización en yuca, cuyas metas permitan hacer recomendaciones más acertadas.

En general hay muchos métodos para aplicar fertilizantes, cada uno tiene sus ventajas y desventajas. El método que se debe seguir depende del suelo, del clima, de la época de aplicación, de la clase de fertilizante y de la clase de equipo disponible.

El objetivo principal de este ensayo fue determinar la producción de yuca en relación a la fertilización con N, P y K, ya que sólo, cuando las plantas poseen suficientes elementos nutritivos, se pueden obtener elevados rendimientos.

BIBLIOTECA

II. REVISION DE LITERATURA

Aunque en Colombia se ha experimentado poco en lo que a fertilización de yuca se refiere, si se conocen experimentos de otros países como Méjico, los cuales han dado resultados excelentes.

Según Cereghelli (3), las materias minerales extraídas por la yuca dependen de las variedades y de las condiciones del cultivo.

En el siguiente cuadro se consideran sólo las materias extraídas por las raíces y la parte arbustiva de la planta. Las hojas no fueron consideradas porque, por lo general, ellas vuelven al suelo.

Composición mineral de la yuca, de las raíces y de los tallos (tallos y ramas), de acuerdo a diferentes autores citados por Cereghelli (3).

Materiales Minerales	Bonnefoy (Madagascar)		Cours (Madagascar)		Angladette (Vietnam)	
	raíces	tallos	raíces	tallos	raíces	tallos
	%	%	%	%	%	%
Nitrógeno	0,070	0,595	0,170	0.500	0.300	
P ₂ O ₅	0,100	0,185	0,124	0,175	0,100	
K ₂ O	0,100	0,275	0,560	0,400	0,250	

De acuerdo a los rendimientos obtenidos por Bonnefoy y Cours, Cereghelli (3), preparó el siguiente cuadro :

Principales materias minerales extraídas por la cosecha de una hectárea de yuca, según Cereghelli (3).

Materias Minerales	Producción de 20 ton. de raíces según Bonnefoy			Producción de 50 ton. de raíces según Cours		
	raíces 20 ton	tallos 40 ton	Total	raíces 50 ton	tallos 40 ton	Total
Nitrógeno	14	238	252	285	200	285
P_2O_5	20	74	94	62	70	132
K_2O	56	98	154	280	180	460

Rodríguez y Arbelaéz (19), establecieron un experimento de fertilidad en yuca en la Granja de Montelindo, Municipio de Palestina, Departamento de Caldas, en un suelo de mediana fertilidad y concluyeron que las máximas producciones se pueden obtener con aplicaciones de 145 Kg de Nitrógeno; 194 Kg de P_2O_5 y 46 Kg/ Ha. de K_2O . Además encontraron que el rendimiento del tratamiento en que se aplicó todo el nitrógeno al momento de la siembra fué superior al que se aplicó con nitrógeno dividido.

Orioli y Otros (16), en Corrientes, Argentina, estudiaron la acumulación de materia seca, nitrógeno, fósforo y potasio en Manihot esculenta en diversas partes de las plantas que crecieron en un suelo abonado mensualmente y en otro sin abonar. Los análisis se realizaron sobre cinco plantas de cada variante y mostraron que el ritmo de acumulación de materia seca y de los elementos analizados, es lenta en los primeros meses, intensa en los dos meses siguientes, para luego bajar en el siguiente período de dos meses. Las curvas determinadas son similares para cada variante, es decir, que el ritmo de acumulación es independiente de la riqueza mineral del suelo, si bien la cantidad absoluta acumulada fue mayor en las plantas que crecieron en medios abonados.

Angladette (1), en Vietnam, hizo una serie de experimentos sobre abonamiento en yuca, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Fórmula Kg/Ha.	Rendimiento en raíces ton/Ha.	Porcentaje sobre el testigo
Testigo 0:0:0	10,054	100
40:80:70:	15,236	151
0:80:70	10,528	105

40:0:70	12, 871	128
40:80:0	12, 329	123

Se vé que la fórmula completa 40:80:70 a base de 200 Kg de sulfato de amonio al 20%; 200 Kg de Superfosfato doble al 38% y 150 Kg/Ha de sulfato de potasio al 46%, dió los más altos rendimientos. Los otros resultados son muy irregulares; si bien el potasio muestra una pequeñísima ventaja sobre el fósforo cuando cada uno de estos elementos se aplicó junto al nitrógeno. Cuando en la fórmula faltó el nitrógeno, los rendimientos fueron los más bajos.

Rodríguez y Pérez (20), con el objeto de estudiar la fertilización de la yuca en el Departamento de Antioquia, sembraron cinco experimentos con diferentes dosis de N, P y K. Las siembras fueron realizadas en los Municipios de Bello, Chigorodó y Urrao y en los Corregimientos de Pintada y San José. El nitrógeno y el potasio se estudiaron en dosis de 15, 50, 100, 150 y 185 Kg/Ha. El fósforo se estudió en la proporción de 0, 70, 140, 210 y 280 Kg/Ha. Los resultados de estos investigadores indicaron que la respuesta de la yuca a la aplicación de fertilizantes depende de la fertilidad del suelo. Para los suelos de baja fertilidad, como Bello, Urrao

y San José, la aplicación de nitrógeno, estaría comprendida entre 85 y 125 Kg/Ha la aplicación de P_2O_5 , entre 163 y 300 Kg/Ha y la aplicación de K_2O entre 100 y 200 Kg/Ha. Además, buscando una reducción de los costos de producción, los autores antes mencionados, recomiendan una aplicación de 100 Kg de nitrógeno; 200 Kg de P_2O_5 y 100 Kg/Ha de K_2O . En relación a los suelos de alta fertilidad como Chigorodó y La Pintada, no respondieron a la aplicación de N, P, y K.

En Indonesia según Cereghelli (3), se obtienen rendimientos de yuca en promedio de 10 ton/Ha y se les puede subir a 28 y 30 toneladas con la aplicación de la fórmula de fertilizantes, 50:150:140 a base de nitrato de sodio, escorias básicas y sulfato de potasa.

Krochmal y Samuels (10), en las Islas Vírgenes, estudiaron la influencia de diversos niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento y desarrollo de raíces reservantes de yuca cultivada en soluciones nutritivas y llegaron a las siguientes conclusiones:

a) Sólo las dosis altas de fósforo aumentaron el tamaño de las plantas. La producción de parte aérea en peso, fue favorecida por altos y reducidos niveles de nitrógeno, con altos niveles de potasio.

b) No hubo formación de raíces reservantes con altos niveles de nitrógeno y bajos de fósforo y potasio.

b) No hubo formación de raíces reservantes con altos niveles de nitrógeno y bajos de fósforo y potasio.

c) El aumento de niveles de nitrógeno redujo el crecimiento de las raíces reservantes en un 70%.

d) El mayor rendimiento de raíces reservantes se debió al aumento de niveles de fósforo, que elevaron la producción en un 93%.

e) Altos niveles de potasio no favorecieron la producción de raíces reservantes. La mayor producción de raíces reservantes estuvo asociada con la razón 1:1, follaje:raíces y con un alto nivel de fósforo.

Tarazona, Marín y León (22), trabajando en fertilización de yuca, indican que para los suelos pobres en fósforo es posible recomendar 40 Kg de nitrógeno; 240 Kg de P_2O_5 y 80 Kg/Ha de K_2O . Además recomiendan la aplicación de nitrógeno alrededor de los cuatro meses después de la siembra.

Rodríguez y Pérez (20), compararon la aplicación de 100 Kg de nitrógeno al momento de la siembra, con la aplicación de 100 Kg de nitrógeno divididas en dos porciones y concluyeron que la máxima producción se obtuvo aplicando los 100 Kg/Ha al momento de la

siembra.

Un trabajo hecho por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (5), en la región de Lloró, Chocó, en la cual sembraron la yuca en caballones y fertilizando con 100 Kg de nitrógeno; 300 Kg de P_2O_5 y 100 Kg/Ha de K_2O , obtuvieron una producción de 32, 27 toneladas de raíces de yuca por hectárea.

Normanha y Pereira (14), resumen el trabajo en fertilización de la yuca en la siguiente forma:

"Los resultados más promisorios fueron proporcionados por la aplicación de tres nutrientes esenciales (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) en los surcos laterales al momento de la plantación o por la abonadura con Fósforo y Potasio en la plantación, completada más tarde con la aplicación de Nitrógeno en cobertura.

La aplicación de los tres elementos en los surcos laterales de plantación (método tradicionalmente usado en Sao Paulo), mostró ser casi siempre perjudicial al establecimiento de las plantas y a la producción de raíces".

2.1. Factores ecológicos.

2.1.1. Suelo.

La yuca puede vegetar en toda clase de suelos,

aún en los mediócrs, a condición de que no estén expuestos a inundaciones y que sean suficientemente permeables para infiltrar el agua de las fuertes lluvias. Los suelos profundos, porosos y ligeros son los que más le convienen.

Cuando los suelos son húmedos, el cultivo puede hacerse mediante caballones altos para que las raíces no estén expuestas a la humedad. (6)

2.1.2. pH.

El cultivo de la yuca tiene un amplio rango de reacciones de suelo, desde 5,5 hasta 8,5.

III. MATERIALES Y METODO

3.1. Descripción del Area.

3.1.1. Localización del ensayo.

El ensayo se realizó en los terrenos de la Granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena, Municipio de Santa Marta, Departamento del Magdalena, situado al N.O de Colombia.

La Granja limita por el Norte con el río Magdalena, por el Sur con la carretera Troncal del Caribe, por el Este con terrenos pertenecientes al Departamento del Magdalena y por el Oeste, con una propiedad particular y se encuentra ubicada entre los $74^{\circ} 07'$ y $74^{\circ} 12'$ de longitud Oeste y a los $11^{\circ} 11'$ y $11^{\circ} 15'$ de latitud Norte.

3.1.2. Factores ambientales del Area.

La zona de experimentación tuvo durante el ensayo un régimen pluviométrico de 670 mm anual, con temperatura promedio de 27°C , la humedad relativa fue de 73% y la altimetría de 15 metros sobre el nivel del mar.

3.1.3. Propiedades físico químicas del suelo.

Textura : Franco-Arcillo-Arenoso

Estructura : Granular

Topografía : Plana

Materia Orgánica: 3,4 %

Fósforo (Bray I) (ppm) : 42

Potasio (m.e/100 gr de suelo) : 0,83

pH : 7,85

3.2. Desarrollo del Estudio.

El diseño utilizado para el experimento fue el de "Superficie de Respuesta", con 8 tratamientos con 4 replicaciones ó bloques. Cada bloque contenía 8 parcelas, cada una con 5 metros de largo por 3 metros de ancho. Los bloques tenían, cada uno, una dimensión de 31 metros de largo por 5 metros de ancho, para un área total en cada bloque de 155 metros cuadrados.

Cada bloque estaba separado uno del otro, a una distancia de 2 metros. El área efectiva del ensayo era de 924 metros cuadrados. Cada parcela constaba de 6 surcos, separados a 1 metro, La distancia de siembra empleada fue de 1 metro entre surco por un metro entre plantas. Los tratamientos se sortearon al azar en todos los bloques.

En el experimento se escogieron dos niveles de Nitrógeno, dos de Fósforo y dos de Potasio, los cuales se detallan más adelante.

lante.

<u>Elementos</u>	<u>Niveles</u>
Nitrógeno (N)	50 - 100
Fósforo (F)	60 - 120
Potasio (K)	80 - 160

Cantidades de fertilizantes aplicada en gramos por plantas,
de acuerdo a los niveles de Nitrógeno (Urea 46% N).

<u>Nivel</u>	<u>Cantidad</u>
50	6.96
100	13.92

Cantidades de fertilizantes aplicada en gramos por planta, de
acuerdo a los niveles de Fósforo (Superfosfato Triple 45% de P_2O_5)

<u>Nivel</u>	<u>Cantidad</u>
60	8.34
120	16.68

Cantidades de fertilizantes aplicadas en gramos por plantas
de acuerdo a los niveles de Potasio (Cloruro de Potasio 60% de
 K_2O)

<u>Nivel</u>	<u>Cantidad</u>
80	8.34
160	16.68

3.3. Labores Realizadas.

El experimento se efectuó en el segundo semestre de 1975.

En la preparación del terreno se efectuaron una arada, dos rastrilladas, una nivelada y trazada del terreno; el resto de labores hasta la cosecha se prolongaron hasta el mes de agosto de 1976.

La siembra se hizo al día siguiente de haber trazado el terreno. La siembra se efectuó en plano, para lo cual se hizo la hoyada, con una profundidad de 10 cms. Las semillas vegetativas ó "cangres", tenían una longitud de 30 cms. La posición de la semilla fué inclinada, haciendo un ángulo de 45° con el nivel del suelo, dejando en la parte externa del suelo por lo menos 5 ó 6 yemas.

Se controló manualmente la incidencia de malezas, con limpias frecuentes hechas por los operarios. Además, alrededor del

cultivo se realizaron limpias, como medida preventiva de destrucción de malezas hospederas de plagas que pudieran afectar al cultivo.

La fertilización se hizo en tres épocas:

a) Al momento de la siembra se aplicaron los tres fertilizantes en todos sus niveles. La aplicación se hizo en corona, con una profundidad de 5 cms.

b) A los 120 días se hizo una segunda aplicación de Fósforo y Potasio en todos sus niveles. Esta aplicación se realizó en corona con una profundidad de 5 cms.

c) A los 180 se hizo una tercera aplicación de Nitrógeno en todos sus niveles. En esta aplicación se hicieron hoyos de 5 cms. de profundidad y encada uno se depositó el fertilizante. No se hizo en corona, debido a que el cultivo se encontraba en pleno desarrollo y al efectuar esta operación ocasionaría el rompimiento de ramas, lo cual es perjudicial.

El riego se aplicó con una frecuencia de 10 días, buscando que el terreno quedara húmedo. En los últimos tres meses antes de la cosecha, se disminuyó la frecuencia de los riegos a 7 días,

para ayudar al engrosamiento de las raíces y hacer más fácil la labor de cosecha.

Durante el desarrollo del cultivo se presentó un ataque de ácaros, tales como: Mononychellies, Tanajoa, y Tetranychus articae, siendo de mayor importancia el Mononychellies. La sintomatología de este ácaro es la presencia de manchas amarillas en las hojas, perdiendo su color normal y crecen generalmente deformadas. Las ramas atacadas pierden su color verde. Las ramas y las hojas mueren progresivamente en forma descendente.

Se hicieron aplicaciones de Roxion, en dosis de 200 cc en 100 litros de agua por hectárea. Este control se repitió por tres veces con intervalos de 7 días. El control fué eficiente ya que en la última aplicación se aumentó la dosis a 300 cc.

Cabe destacar que durante el desarrollo del cultivo, no se presentó ninguna clase de enfermedad.

La cosecha se realizó en forma manual a los nueve meses, por el método de palanca. Para realizar esta labor, se hizo un riego ligero un día antes de la cosecha. Antes de comenzar la co-

secha se cortaron todas las ramas, dejando una parte del tallo, que sirviera para la extracción. Para efectuar la extracción de las raíces, se tomó una barra y se ató con una cuerda a la parte del tallo que se dejó para tal fin; luego con movimientos vibratorios se extrajeron las raíces. Para la elaboración de los resultados del experimento sólo se tuvo en cuenta los surcos centrales, desechando una planta en el extremo de cada surco.

IV. RESULTADOS

La aplicación de insecticidas se hicieron en base a la incidencia de plagas. Hubo la necesidad de hacer varias aplicaciones debido a que el ataque de ácaros fue considerable y además, porque la plaga, se recuperaba después de tres o cuatro días de haber hecho la aplicación, por lo cual se aumentó la última dosis, la cual eliminó la plaga totalmente del cultivo.

Debido a que en la época del cultivo, se presentó poca incidencia de lluvias, se tuvo que recurrir al riego superficial por gravedad, el cual se aplicó en los intervalos requeridos por el cultivo.

En cuanto al control de malezas, no se utilizaron herbicidas, porque el control manual con machete, fue eficiente y solamente se recurrió a él en los cuatro primeros meses, ya que aquí en adelante la competencia del cultivo con las malezas fue nula, debido a que el cultivo se encontraba en pleno desarrollo y había cerrado calles, lo cual imposibilitaba la entrada de luz a la parte inferior del cultivo e impedía el desarrollo de las malas hierbas.

En la tabla 1 del apéndice se señalan los valores del ren-

dimiento de cada parcela en kilogramos por hectárea, además muestra el total del rendimiento de cada tratamiento, así como el total de los bloques.

En la tabla 2 se señalan los promedios de las cuatro replicaciones y sus respuestas a los niveles de fertilizantes aplicados.

El análisis de varianza se hizo en base a los resultados de las tablas 1 y 2, en donde demuestra que no hubo diferencia significativa para los tratamientos.



Figura No. 1. Aspectos generales del cultivo.

BIBLIOTECA



Figura No. 2. Muestra las raíces de una planta de
yuca que se le aplicó el tratamiento
N:100 P : 60 K : 80 .



Figura No. 3. Muestra las raíces de una plantación de
yuca que se le aplicó el tratamiento N:
50 P: 120 K:80 .



Figura No. 4. Muestra las raíces de una planta de
yuca que se le aplicó el tratamiento
N:50P : 60 K : 160.



Figura No. 5. Muestra las raíces de una planta de
yuca que se le aplicó el tratamiento
N: 100 P : 120 K : 80 .



Figura No. 6 . Muestra las raíces de una planta de
yuca que se le aplicó el tratamiento
N:50P: 120 K: 160 .



Figura No. 7 . Muestra las raíces de una planta de
yuca que se le aplicó el tratamiento
N:100 P: 60 K : 160 .



Figura No. 8. Muestra las raíces de una planta de
yuca que se le aplicó el tratamiento
N: 100 P: 120 K: 160 .

V. DISCUSION

Aunque la fertilización en Colombia sobre yuca no se ha llevado a cabo en forma rigurosa, no es posible entrar en una discusión de resultados o enfrentamientos con otros tipos de ensayos hechos en este sentido.

En este ensayo se obtuvo una producción promedia de 29.750 kilogramos por hectárea de raíces, o sea, 29.75 toneladas por hectáreas, que corresponde a una categoría buena, concordando con la obtenida por Cereghelli (3), con una aplicación de fertilizantes similar a la de este ensayo; no obstante, se han encontrado producciones de la categoría, muy buena (5), cuyas producciones oscilan de 40 toneladas por hectárea en adelante.

Teniendo en cuenta que en este ensayo se hicieron aplicaciones de fertilizantes, diferentes a los efectuados en otros experimentos (3, 5), sin embargo, las producciones promedias fueron similares.

Según Angladette (1), en un cultivo de yuca, la producción baja, solamente cuando se hacen aplicaciones de fertilizantes sin incluir el nitrógeno. Por tal motivo, en este ensayo todos

los resultados fueron similares, ya que todas las aplicaciones de fertilizantes llevan incluido el elemento Nitrógeno, de ahí que no hubo significancia alguna entre los tratamientos, porque no hubo baja en la producción promedia, debido a la razón antes mencionada.

El desarrollo y engrosamiento de las raíces de la yuca, comienza a los cuatro meses, y según Cours (6), en esta época ya debe encontrarse en el suelo los nutrientes requeridos por las plantas, de lo contrario, ocasionaría una baja en cuanto a producción se refiere, lo cual concuerda con el presente ensayo, ya que a los cuatro meses después de la siembra, se encontraban en el suelo todos los tratamientos aplicados, por tal motivo no hubo diferencia entre los producciones promedias.

Tarazona y otros (23), indican que tentativamente para los suelos pobres en fósforo, debe recomendarse una aplicación de 40 kilogramos de nitrógeno; 240 kilogramos de fósforo y 80 kilogramos por hectárea de potasio ; a los 120 ó 140 días de sembrado el cultivo, para obtener una producción promedia de 32 toneladas por hectárea de raíces de yuca, esta producción es similar a la obtenida en este ensayo, a pesar de que la cantidad de fósforo es mayor en el experimento hecho por los autores antes mencionados, pero

concuerdan con la época de aplicación.

Si analizamos la ecuación de regresión (ver apendice), notamos que hay un decremento a nitrógeno, un ligero incremento a fósforo y un decremento a potasio. Esto probablemente se deba a que el suelo donde se realizó el ensayo contenía al momento de la siembra un porcentaje de materia orgánica relativamente normal, por ser tierras recientemente civilizadas. Además la buena estructura que presentaba el suelo, cuando se realizó el ensayo, lo colocaba en condiciones muy favorables a los procesos microbiológicos y químicos, por encontrarse bajo estas condiciones apreciables cantidades de aire. Estas condiciones del suelo, respecto al contenido de materia orgánica y propiedades físicas, probablemente influyó para que no se presentara una respuesta significativa al nitrógeno.

En cuanto al contenido del fósforo se refiere, éste, a pesar de encontrarse en altas concentraciones, de acuerdo al análisis de Bray I, se encuentra en la ecuación de regresión con un ligero incremento, lo que demuestra que hay respuesta a este elemento; aunque no significativa, debiéndose posiblemente a que jugó papel importante en el ciclo del fósforo, los microorganismos presentes en el suelo al momento de hacer las aplicaciones de este elemento, es

to es, que en primer lugar, la cantidad presente en el suelo de fósforo, presentaba un equilibrio con la cantidad tomada por los microorganismos y que al adicionarle el fósforo en forma de fertilizante, una parte se fijó en los coloides del suelo, que según estudio de Raudales (18), representa aproximadamente un 75% del fósforo aplicado; y la otra parte lo absorbió la planta.

Con respecto al potasio, cabe destacar que estos suelos presentan un alto contenido de este elemento, o sea, 083 m. e/100 gr de suelo y debido a esto no se presentó en el cultivo respuesta a su aplicación. A pesar de que este elemento puede ser absorbido por las plantas lujuriosamente.

De todo lo anterior, podemos deducir que la producción para ser catalogada en la categoría de buena, se debió más que todo a condiciones físicas del suelo.

Además, las parcelas que presentaron bajo rendimiento, se debió más que todo, a la zona en que se encontraban, es decir, en la parte más alta del terreno, en donde el suministro de agua no era el requerido por las plantas.

VI. CONCLUSIONES

1. La variedad de yuca empleada (Mahatera), presentó resistencia a enfermedades.
2. La densidad de siembra empleada en este ensayo, el cual fué hecho en una región de clima cálido y suelos de mediana fertilidad, resultó ser la más adecuada, es decir, de 1.0 mts. entre planta por 1.0 mts entre surco.
3. Se observó que la variedad Mahatera, se adaptó bien a las condiciones edafológicas de la zona experimental.
4. La mejor época para recolectar las raíces de la yuca, variedad Mahatera, resultó en el ensayo, ser a los 9 ó 10 meses después de la siembra.
5. Aún cuando el experimento no fué significativo para los tratamientos, se encontró que la dosis de 50, 120 y 80 kilogramos de Urea, fósforo y potasio respectivamente, dió los mejores resultados.
6. De acuerdo al análisis de varianza se encontró que no existe diferencia significativa entre las dosis de fertilizantes a-

plicadas.

7. A pesar de que la yuca es un poco resistente a sequía, cuando se haga la fertilización, debe regarse al menos en sus primeras etapas para disponer el fertilizante en forma asimilable para la planta.

8. Se sugiere repetir este experimento, para poder confirmar los resultados, ya que los rendimientos obtenidos en este experimento están basados en una sola cosecha.

VII. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en los terrenos de la Universidad Tecnológica del Magdalena, Municipio de Santa Marta, Departamento del Magdalena, que se encuentra ubicada entre los $74^{\circ} 07'$ y $74^{\circ} 12'$ de longitud Oeste y $11^{\circ} 11'$ y $11^{\circ} 15'$ latitud Norte, situado en el Corregimiento de Mamatoco, a una altura de 4. m.s.n.m. y a una temperatura promedio de 27°C. , en el segundo semestre del año 1975, empleándose la variedad de yuca Mahatera.

La finalidad del ensayo fué determinar la capacidad de producción de la variedad de Yuca Mahatera, con dos niveles de fertilizantes de N, P y K.

Se emplearon fertilizantes simples, Urea del 46%, Superfosfato Triple del 45% y Cloruro de Potasio del 60%. Las aplicaciones de fertilizantes se realizaron al momento de la siembra, a los 120 y 180 días.

Para tal efecto, se escogió el diseño experimental, "Superficie de Respuesta", consistente en 8 tratamientos y 4 repeticiones.

En el experimento no se encontró ninguna diferencia significativa entre los tratamientos.

SUMMARY

This experiment was carried out during the second semester of 1975 in a farm which belongs to University Tecnologich of Magdalena, its position geographic : $74^{\circ} 07' 74^{\circ} 12'$ west length $11^{\circ} 11'$ y $11^{\circ} 15'$, located in the Mamato-co area in the municipality of Santa Marta at an altitude of 4 meters above sea level, having an average annual temperature of 27°C. , and using the menioc variety, known as Mahatera.

The purpose of the test was to determine the yield capacity of the menioc variety Mahatera, with two levels of fertilizers of N. P and K.

The fertilizers used were Urea of 46 % concentration, Superphosphate Triple of 45 % concentration, Potassium Chloride of 60 % concentration. Applications of the fertilizers was made to the moment of the sowing, 120 and 180 days.

To this effect the "Response surface" was chosen as design, consistent of 8 treatments with 4 replications.

BIBLIOTECA

The experiment did not show any significance as to the treatments.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ANGLADETTE, A. Note sur la production du manioc in Indochine. Congress du manioc, Marseille, 1949. pp 142-163.
2. BETHUNE, C. The observations of sir Richard Hawkins in this voyage into the South Sea in the - year 1953.
3. CEREGHELLI, A. Cultures tropicales. París, Baillie-re, 1955 v. 1. 35 p.
4. CIAT. Informe anual. Cali, Colombia.
5. CIAT. Sistema de producción de yuca. En informe a-nual. Cali Colombia. 1973.
6. COURS , G. Le manioc a Madagascar. Memoires Ins-titute Scientifie Madagascar. Ser. B 3(2) : 203-400. 1951.
7. Curso de Producción de Yuca. Instituto Colombiano A-gropecuario Estación Tulio Ospina, Medellín. 1975.

8. GRACE, M. Processing of cassava. Roma , RAO, 1971.
124 p.
9. JONES, W.O. Manioc in Africa. Stranford, California,
Stranford University, 1959. 315p.
10. KROCHMAL, A. SAMUELS, G. The influence of NPK levels
on the growth and tuber development of cassava in
thanks. St Augustine, Trinidad, University of the
West Indies, 1969. 1 (2) : 97-102.
11. MOLINARIS, E. La yuca (Manihot esculenta). Revista de
Agricultura de Puerto Rico. Vol. II No. 2. Diciembre
1964.
12. MONTALDO, A. Cultivo de raíces y tuberosas tropicales.
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la
OEA, Lima, Perú, 1972. 284p.
13. NORMANHA, E.S. General aspects of casava root produc -
tion in Brazil. Honolulu, Hawaii, University of Hawaii,
College of Tropical Agriculture, 197 p. 1: 61-63.
14. NORMANHA, E. S. y PEREIRA, A.S. Cultura de mandioca.
Campinas, Sao Paulo. Instituto Agronómico. Boletín
No. 24 1964, 29p.

15. OPSA, Programas Agrícolas. Programación 1975, Proyección 1976. Minagricultura, Colombia, Bogotá, D.E.
16. ORIOLI, A. et al. Acumulación de materia seca, NPK y Ca en yuca. Bomplandia, Argentina, 1967. 2(13) :175-182.
17. Producción Agrícola Nacional. Ministerio de Agricultura, Bogotá, D.E. 1969.
18. RAUDALES, P y CUELLAR, R. Fijación de fósforo en los suelos de la Zona Bananera (Magdalena). Universidad Tecnológica del Magdalena, Santa Marta, Col. 1974.
19. RODRIGUEZ, J. y ARBELAEZ, A. Fertilización de papa y yuca en el Departamento de Caldas. ICA. 1975. 24p.
20. _____ y PEREZ, O. Fertilización de la yuca en los suelos de Antioquia. ICA. 1975. 30p.
21. ROGERS, D. Studies of Manihot esculenta Crantz and related species. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 1963. 90: 45-53.
22. TARAZONA, C. et al. Respuesta de la yuca a la fertiliza-

ción de parcelas demostrativas. ICA., Bogotá, D.E.
1973. 38 p.

23. VARON, L. y GARTNER, J. El cultivo de la yuca. ICA
Boletín divulgativo No. 49. Palmira, Colombia, 1972.
24. WILLEY, G. R. New World Prehistory. Science, 1960.
131: 73 - 86 .

A P E N D I C E

TABLA 1

Rendimientos del experimento expresado en kilogramos por parcelas de acuerdo a las aplicaciones de fertilizantes.

Tratamientos	B l o q u e s				Total Tratamien tos.
	I	II	III	IV	
$N_1P_1K_1$	32.00	33.50	36.50	15.00	117.00
$N_2P_1K_1$	9.50	24.00	26.50	18.00	78.00
$N_1P_2K_1$	37.50	22.50	36.50	22.50	119.00
$N_1P_1K_2$	31.50	13.00	9.00	28.50	82.00
$N_2P_2K_1$	24.50	27.00	27.50	20.00	99.00
$N_1P_2K_2$	7.50	33.50	17.00	22.50	80.50
$N_2P_1K_2$	18.00	22.50	27.50	24.50	92.50
$N_2P_2K_2$	13.00	28.00	30.50	28.00	99.50
TOTAL	173.5	204.0	206.0	179.0	762.50
\bar{X}	21.68	25.50	25.75	22.35	95.31

TABLA 2

Sumatoria de los tratamientos y promedio de cada uno de ellos en Kg/parcela y Kg/hectárea.

Tratamientos	Total Tratamientos	Promedio de los Tratamientos en Kg/parcela <i>EN MILES</i>	Promedio de los Tratam. en Kg/ Ha. <i>EN MILES</i>
$N_1P_1K_1$	117.00	29.25	36.50
$N_2P_1K_1$	78.00	19.50	24.37
$N_1P_2K_1$	119.00	29.75	37.18
$N_1P_1K_2$	82.00	20.50	25.62
$N_2P_2K_1$	94.00	23.50	29.37
$N_1P_2K_2$	80.50	20.125	25.15
$N_2P_1K_2$	92.50	23.125	28.90
$N_2P_2K_2$	99.50	24.875	31.09
TOTAL	762.50	23.82	238.18
\bar{X}	95.31	23.82	29.78

TABLA 3

Análisis de varianza del rendimiento

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					.05	.01
Debido a						
Regesión	3	35.973	11.991	0.657	6.59	16.69
Error	4	73.718	18.430			
TOTAL	7	109.690				

ANALISIS ESTADISTICO

Suma Cuadrado debido

a regresión

=

\sum

$$\begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix}$$

(X' Y)

X' Y =

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 29.96 \\ 19.50 \\ 29.75 \\ 23.50 \\ 20.50 \\ 23.125 \\ 20.125 \\ 24.875 \end{bmatrix}$$

=

$$\begin{bmatrix} 190.625 \\ -8.625 \\ 5.875 \\ -13.375 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} B_0 \\ B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix}$$

=

(X' Y) (X' X)⁻¹

(X'X) =

$$\begin{bmatrix} 8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 8 \end{bmatrix}$$

$$(X'X)^{-1} = \begin{bmatrix} 0.125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.125 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.125 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.125 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 190.625 \\ -8.625 \\ 5.875 \\ -13.375 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.125 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.125 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.125 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_0 \\ B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} B_0 \\ B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 23,8285 \\ -1.0781 \\ 0.7343 \\ -1.6718 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix} (X' Y) = \begin{bmatrix} -1.0781 \\ 0.7343 \\ -1.6718 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -8.625 \\ 5.875 \\ -13.375 \end{bmatrix} = \begin{matrix} 9.2896 \\ 4.3140 \\ 22.3603 \end{matrix}$$

$$\text{Ecuación de regresión : } Y = 23,8281 - 1,0781 N + 0,7343 P - 1,6718 K$$

$$\begin{aligned} \text{S. C. Debido a regresión} &= 9.2896 + 4.3140 + 22.3603 \\ &= 35.9729 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Suma Cuadrado Total} &= \sum \bar{Y}^2 - \bar{Y} \quad (Y) \\
&= (23.8281)^2 - (23.9291 \times 190.625) \\
&= 4.651,9218 - 4.542,2315 \\
&= 109,6903
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Suma Cuadrado error} &= \text{S. C. Debido a Regresión} - \text{S. C. Total} \\
&= 109,6903 - 35,9729 \\
&= 73,7174
\end{aligned}$$